

Análise da qualidade de água dos principais rios do município de Rio Negrinho (SC)

Analysis of water quality of principal rivers in the Rio Negrinho city (SC)

Simone Malutta¹
Masato Kobiyama^{2(*)}
Leoni Fuerst³

Resumo

As bacias hidrográficas do rio Preto e do rio Negrinho são as principais unidades do município de Rio Negrinho (SC). Nestas, há pontos de monitoramento de alguns parâmetros de qualidade de água realizados pelo Programa Intermunicipal da Água. O objetivo do presente trabalho foi realizar a análise da qualidade de água nesses vários pontos de monitoramento nos principais rios desse município. Para entender melhor os recursos hídricos da região em termos tanto de qualidade quanto de quantidade, foram feitas análises de correlações entre os dados monitorados de qualidade de água e os dados de vazão diários simulados pelo modelo SWAT. Não se encontrou correlação significativa entre os dados de vazão simulados pelo modelo SWAT e os dados de qualidade de água em todos os pontos analisados. Foi identificado que os rios Serrinhas e Banhado, os quais se localizam na bacia do rio Negrinho, apresentaram índices de qualidade de água inferiores aos demais rios estudados devido principalmente aos efluentes provindos da urbanização. Foi identificado que há medianas, vários *outlier* e valores extremos dos parâmetros de DBO e OD que ficaram muito acima da legislação vigente.

Palavras-chave: monitoramento; SWAT; *outlier*.

-
- 1 MSc.; Engenheira Ambiental e Sanitarista; Doutoranda em Engenharia Ambiental no Programa de Pós-Graduação na Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC; Endereço: Caixa Postal, 476, *Campus* Universitário, Trindade, CEP: 88040-900, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil; E-mail: simonemalutta@gmail.com
 - 2 Dr.; Ciências Especiais; Professor do Departamento de Engenharia Sanitária do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq; Endereço: Caixa Postal, 476, *Campus* Universitário, Trindade, CEP: 88040-900, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil; E-mail: kobiyama@ens.ufsc.br (*) Autor para correspondência.
 - 3 MSc.; Bióloga; Bióloga na Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Rio Negrinho; Endereço: Av. Richard S. de Albuquerque, 200, Centro, CEP: 89295-000, Rio Negrinho, Santa Catarina, Brasil; E-mail: leoni@quiriri.com.br

Recebido para publicação em 15/06/2012 e aceito em 22/12/2012

Ambiência Guarapuava (PR) v.9 n.1 p. 173 - 186 Jan./Abr. 2013 ISSN 1808 - 0251
DOI:10.5777/ambiencia.2013.01.11

Abstract

The watershed of the Preto River and Negrinho River are principal in the Rio Negrinho city. In both watersheds there are points of monitoring of some water quality parameters conducted by the Intermunicipal Program of Water. The objective of the present study was to analyze the water quality monitored at these points in the main rivers of this city. For better understanding the regional water resources in terms of quality and quantity, correlations between water quality data and the daily discharge data simulated by the SWAT model were analyzed. There was no significant correlation between the discharge and water quality data at all the points. It was found that the Banhado and Serrinha rivers are most hazardous in this watershed, identifying the various medians and outlier and extreme values of the parameters of BOD and DO are very above the legal limits.

Key words: monitoring; SWAT; *outlier*.

Introdução

A partir do estabelecimento de parceria com quatro municípios catarinenses: (Campo Alegre, Corupá, Rio Negrinho e São Bento do Sul) cuja grande maioria dos territórios pertence à bacia hidrográfica do alto rio Negro, consolidou-se um órgão público e intermunicipal denominado Consórcio Intermunicipal Quiriri. Este consórcio tem como meta buscar soluções compartilhadas para diversos problemas ambientais comuns nessa região. Uma das linhas de ação deste consórcio é o Programa Intermunicipal da Água (PIA) que visa à melhoria da qualidade das águas através do monitoramento e diagnósticos dos rios de duas bacias afluentes à bacia do alto rio Negro (Pacheco e Pacheco 2010) Elas são a bacia hidrográfica do Rio Negrinho (BHRN) e a do Rio Preto (BHRP) que abrangem os principais rios do município de Rio Negrinho (PREFEITURA DE RIO NEGRINHO, 2012).

Portanto, o objetivo do presente estudo foi com base nos dados obtidos no PIA realizar a análise da qualidade de água

em vários pontos dos principais rios do município de Rio Negrinho, os quais foram escolhidos pelo PIA. Para entender melhor os recursos hídricos da região em termos de qualidade e quantidade, foram feitas análises de correlações entre os dados monitorados de qualidade de água e os dados de vazão diários simulados pelo modelo (*Soil and Water Assessment Tools*) SWAT proposto por Neitsch et al. (2005).

Segundo Ward (2001), um sistema de monitoramento de qualidade da água consiste na amostragem (localização dos pontos de coleta, escolha das variáveis, determinação da frequência e tipo de amostragem estatística), análise laboratorial, manuseio de dados, análise de dados, preparação de relatórios e utilização dos dados obtidos para efeito de tomada de decisão. Então, a implementação do sistema de monitoramento é fundamental para o gerenciamento adequado de recursos hídricos, o que garante verificar a qualidade e quantidade de água nos rios. O município de Rio Negrinho é um dos municípios catarinenses que demonstram o maior crescimento econômico no estado de Santa

Catarina (REVISTA EXAME, 2011). Isto ainda mais aumenta a importância de tal monitoramento.

Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Negrinho (BHRN) e a do Rio Preto (BHRP) abrangem vários municípios catarinenses, e se localizam na margem esquerda do rio Negro. A figura 1 mostra os locais das bacias e dos principais municípios inseridos nelas.

Na classificação de Köppen, o clima desta região é Cfb (clima temperado constantemente úmido, sem estação seca, com verão fresco). A temperatura média anual varia entre 15,5 a 17,0 °C. O valor médio da umidade relativa do ar pode variar de 80,0 a 86,2% (EPAGRI/CIRAM, 2006).

A BHRN e BHRP são caracterizadas pela presença de Floresta Ombrófila Mista, reflorestamento de pinus e agricultura

(KOBİYAMA et al., 2009). Nas bacias de estudo os rios Preto e Bugres estão inseridos em Áreas de Proteção Ambiental (APA).

Apesar de ser uma região com uma grande extensão rural, encontram-se alguns pontos de urbanização. As malhas urbanas estão localizadas principalmente ao longo dos principais rios da região: rio Banhados, rio Negrinho e rio Serrinha (Figura 2).

Materiais e Métodos

Dados Utilizados

O Programa Intermunicipal da Água (PIA) realizou quinze campanhas de coleta de amostras de água no período de 2001 a 2008. Com essas coletas foram analisados alguns parâmetros de qualidade de água. Os dados desses parâmetros se encontram em Boletim Técnico do Consórcio Ambiental Quiriri

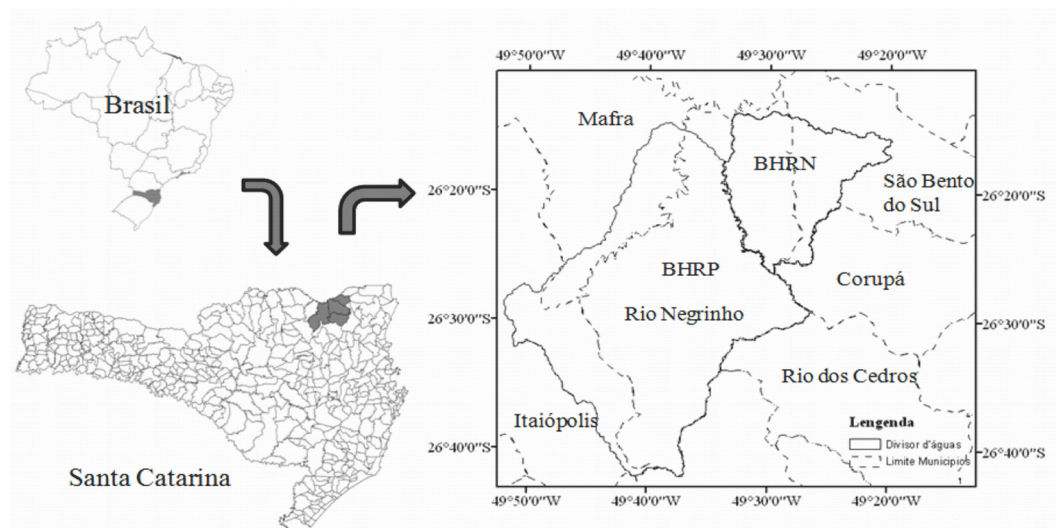


Figura 1. Localização da BHRN e BHRP

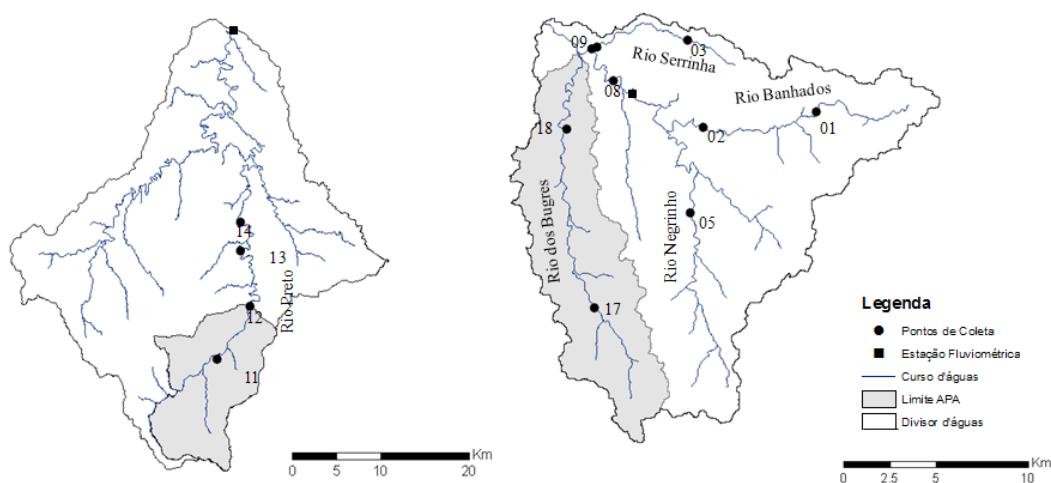


Figura 2. Pontos de monitoramento de qualidade de água na BHRN e BHRP. Os números indicam os pontos de monitoramento.

(PACHECO; PACHECO, 2010). Dentre eles, o presente trabalho avaliou somente OD, turbidez, pH, DQO, DBO e nitrato.

Pontos de Monitoramento na BHRN E BHRP

O PIA apresenta um total de 18 pontos de amostragem, dentro da BHRN e BHRP. Os pontos de amostragem foram divididos em dois módulos. No módulo I foram selecionados dois pontos de coleta de amostra nos três principais rios da cidade de Rio Negrinho (rio Banhados, rio Negrinho e rio Serrinha). Um ponto em área urbanizada e outro ponto em área praticamente sem influência de urbanização. O módulo II contempla os pontos exclusivos nas APAs municipais no rio Preto e no rio dos Bugres. A distribuição desses pontos na BHRN e BHRP se encontra na figura 2.

A tabela 1 mostra os rios analisados no presente trabalho, suas características do

local da amostra e o número de identificação. Foram mantidos os mesmos números de identificação utilizados no Boletim Técnico do Consórcio Intermunicipal Quiriri (PACHECO; PACHECO, 2010).

Pontos de monitoramento de vazão

Para estimar as vazões nos rios na BHRP, foram utilizados os dados de vazão obtidos na estação Avenal (65094500) da ANA (Agência Nacional das águas), a qual se localiza na exutória da BHRP (Figura 2).

Além disso, para a BHRN, foram utilizados os dados de vazão obtidos na estação rio Negrinhos Montante (65093000) da ANA e na estação SAMAE (localizado no ponto oito citado acima) que foi instalada pelo Laboratório de Hidrologia da UFSC. A estação SAMAE se localiza no ponto oito e a estação rio Negrinho Montante a montante da SAMAE (Figura 2).

Tabela 1. Descrição dos pontos de amostragem

Nome do Rio	Número	Descrição
Módulo I		
Rio Banhados	01	Logo jusante do núcleo urbano de Serra Alta no Município de São Bento do Sul
	02	Divisa dos Municípios de São Bento do Sul e Rio Negrinho
Rio Serrinha	03	Divisa dos Municípios de São Bento do Sul e Rio Negrinho
	04	Na foz com o Rio Negrinho
Rio Negrinho	05	Nascentes
	08	ETA
	09	BR 280 –A jusante de área urbanizada)
Módulo II		
Rio Preto	11	Vila Serra Azul
	12	Barragem Represa Alto Rio Preto
	13	Vila Volta Grande
	14	Empresa CVG
Rio dos Bugres	17	Serra Patacão
	18	Propriedade do Senhor José F. Zemann

Parâmetros de Qualidade da Água

Com base na Portaria Estadual nº0024/79, todos os cursos d'água do município de Rio Negrinho estão enquadrados na classe II. Porém, a classificação do CONAMA (Resolução nº20 de 18/06/86) estabelece uma classe a mais, chamada de classe especial. Portanto, a classe II da Portaria Estadual nº0024/79 é equivalente à classe I do CONAMA. Assim sendo, para analisar os dados monitorados, o presente trabalho considerou os padrões de qualidade para a classe I do CONAMA, entendendo que ela é uma classificação mais recente e adequada. Segundo Resolução CONAMA 357/05, Art. 14, as águas doces da classe I devem possuir as condições e padrões demonstrados na tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros de qualidade da água para classe I

Parâmetro	Limite
DBO	Até 3 mg/L O ₂
OD	Em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O ₂
Turbidez	Até 40 unidades nefelométrica de turbidez (NTU)
pH	6,0 a 9,0
Nitrato	10,0 mg/L N

O parâmetro DQO não é especificado nesta resolução. Porém, este parâmetro serve para quantificar a fração biodegradável da matéria orgânica na relação DBO:DQO. Os valores próximos a 0,5 para a relação DBO:DQO podem ser esperados para mananciais que recebem esgotos procedentes de várias fontes (doméstica, comercial e

industrial) que potencialmente contribuem tanto com compostos biodegradáveis quanto com uma parcela de compostos orgânicos de difícil biodegradação. Valores da ordem de 0,8 implicam na existência de uma parcela preponderantemente biodegradável, sendo mais característicos de mananciais que recebem quase que exclusivamente esgotos domésticos.

Segundo Von Sperling (2005), para esses parâmetros existem origem naturais e antropogênicas. A tabela 3 apresenta parâmetros de qualidade da água e suas principais origens naturais e antropogênicas.

Simulação de Vazão

O modelo computacional (*Soil and Water Assessment tools*) SWAT é um modelo distribuído que simula a dinâmica de água, sedimento e nutrientes em bacias hidrográficas complexas não instrumentadas (NEITSCH et al., 2005). A partir do Modelo

Digital de Elevação (MDE) da hidrografia, o modelo delimita as sub-bacias. Inserindo o mapa de uso e cobertura vegetal, tipo de solo e declividade. O modelo realiza subdivisões da bacia em Unidades de Resposta Hidrológica (URH). Cada URH é caracterizada por conter o mesmo uso e cobertura vegetal, tipo de solo e declividade. Assim o escoamento superficial estimado separadamente para cada URH é mais preciso e contribui para uma melhor descrição do balanço hídrico da bacia.

O ciclo hidrológico nas simulações do SWAT é baseado na equação do balanço hídrico:

$$SW_t = SW + \sum_{i=1}^t (Per_i - q_i - ET_i - q_{lat,i} - q_{ret,i}) \quad (1)$$

em que SW_t é a quantidade final de água no solo (mm); SW é a quantidade inicial de água no solo (mm) no t tempo (dias); Per_i é a precipitação diária (mm); q_i é o escoamento superficial (mm); ET é a evapotranspiração (mm); $q_{lat,i}$ é o escoamento lateral (mm); $q_{ret,i}$

Tabela 3. Parâmetros de qualidade da água e suas principais origens naturais e antropogênica

Parâmetro	Natural	Antropogênica
OD	Dissolução oxigênio da atmosfera; Produção pelos organismos fotossintéticos.	Aeração artificial Produção pelos organismos fotossintéticos em corpos d'água eutrofizados.
Turbidez	Partículas de slite, argila e rochas; Algas; Microorganismo.	Despejos domésticos Despejos industriais Microorganismos Erosão.
pH	Dissolução de rochas; Gases da atmosfera; Oxidação da matéria orgânica; Fotossíntese.	Despejos domésticos (matéria orgânica) Despejos industriais.
DBO e DQO	Matéria orgânica animal e vegetal; Microorganismo.	Despejos domésticos Despejos industriais.
Nitrato	Proteínas e outros compostos biológicos; Nitrogênio de composição celular.	Despejos domésticos Despejos industriais Excremento de animais Fertilizantes.

é o escoamento de retorno (mm); e i é o passo de tempo (dias). A produção de água (ou vazão total) é calculada como:

$$Q = q_i + q_{lat,i} + q_{ret,i} - TLoss_i - pondabstractions \quad (2)$$

em que $TLoss_i$ é a taxa de água perdida para o leito; e $pondabstractions$ é a água acumulada em pequenas depressões do terreno.

O escoamento superficial é calculado pelo método da Curva Número (CN). O escoamento superficial, sub-superficial lateral, subterrâneo e percolação são calculados em sub-rotinas. A evapotranspiração real é calculada a partir da determinação da evapotranspiração potencial pelo método de Penman-Monteith.

Para a calibração do modelo para BHRN, foram utilizados os dados de vazão obtidos na estação rio Negrinho Montante no período de outubro de 2007 a novembro de 2008. Para validação foram utilizados os dados da estação rio Negrinho Montante no período de 01/01/2009 a 31/11/2012 e da estação SAMAE no período de 01/05/2010

a 31/11/2010. Para a calibração do modelo para BHRP, foram utilizados os dados de vazão obtidos na estação Avencal do período de 14/12/1993 a 31/12/1997. Devido à falta de dados contínuos, não foi realizada a validação para BHRP.

Na calibração, foram alterados alguns parâmetros que influenciam na dinâmica de água (Tabela 4). Na análise do desempenho do modelo em relação aos dados de vazão foram utilizados o coeficiente de Nash e Sutcliffe (NASH) e de determinação (R^2).

Após da calibração e validação, os valores de vazão foram estimados através do modelo para cada ponto de monitoramento de qualidade de água da bacia.

Resultados e Discussão

Qualidade de água

Após analisados os dados de qualidade da água do PIA, foram constatados algumas evidências nos rios monitorados. Os valores de turbidez variaram muito nos

Tabela 4. Parâmetros modificados para a calibração do modelo

Parâmetro	Descrição
Sol_Awc	Quantidade de água disponível no solo
CN	Curva número
Surlag	Coeficiente de retardo do escoamento superficial
Gwqmn	Profundidade mínima do aquífero superficial para que ocorra escoamento subterrâneo
Revapmn	Profundidade do aquífero superficial para que ocorra percolação ao aquífero profundo
Gwrevap	Coeficiente de escoamento de água do aquífero superficial para a zona insaturada
Alpha_BF	Fator de resposta à variações na recarga do aquífero
ESCO	Fator de compensação de evaporação do solo
GwDelay	Período de tempo que a água se move da camada de solo mais profunda até o aquífero superficial

dias chuvosos (Figura 3). Essa variação ocorre principalmente devido à produção de sedimentos associada aos processos erosivos na bacia. Os valores de mediana são inferiores a limite imposto pelo CONAMA 357/05, isto é, 40 NTU. Percebe-se que há *outliers* e extremos de todos os pontos de monitoramento. Os *outliers* e os valores extremos foram classificados como valores superiores a 1,5 e 3,0 vezes, respectivamente, a altura da caixa que representam os *quartis*. Nota-se que a faixa de *Non-outlier* é o leque dos valores não isolados.

Todos os pontos que apresentam *outliers* e valores extremos foram encontrados nos dias chuvosos. A maioria desses valores são maiores que o limite (representado pela linha vermelha na Figura 3) imposto pelo CONAMA 357/05 (Figura 3).

Segundo a legislação CONAMA 357/05, a concentração de OD não pode ser inferior a 6 mg/L (representado pela linha

vermelha na Figura 4). Figura 4 mostra que os pontos 1, 4, 9, 11, 13 e 14 apresentaram valores abaixo dessa concentração, sendo que os pontos 4 e 9 possuem maior quantidade de dados abaixo de 6 mg/L. No ponto treze se encontra um valor extremo próximo de 3 mg/L. Segundo Von Sperling (2005), concentrações próximas a 2 mg/L podem causar morte de peixes.

Na figura 5, observa-se que os pontos 11, 12, 13, 14, e 18 tiveram valores extremos do parâmetro DBO. Quase todos os pontos apresentam os dados maiores que o limite imposto pelo CONAMA 357/05 (até 3 mg/L – representado pela linha vermelha na figura 5). Verificando-se os dados que geraram esses valores extremos, nota-se que a DQO também foi alta nestes pontos. A relação DBO:DQO desses pontos teve valores próximos de 0,2. Provavelmente substâncias de difícil biodegradação vem causando essas altas concentrações.

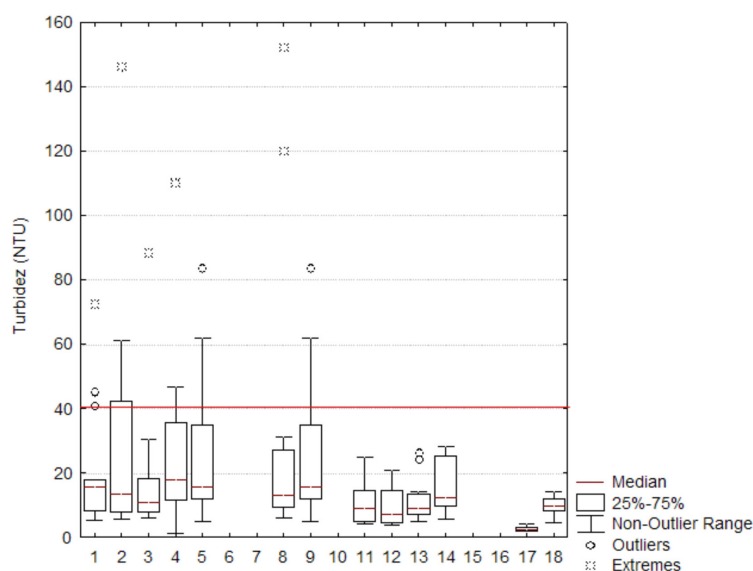


Figura 3. Turbidez nos pontos de monitoramento da BHRN e BHRP

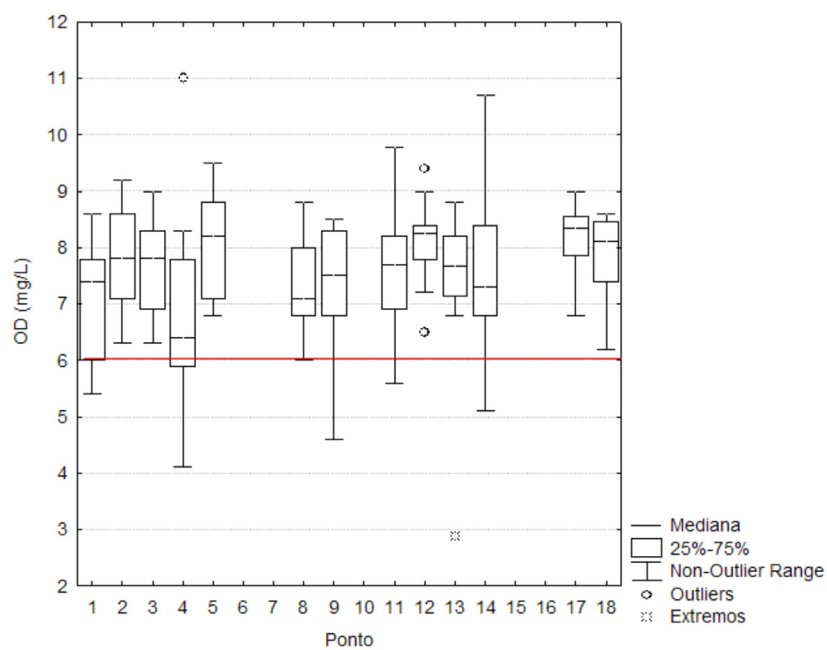


Figura 4. OD nos pontos de monitoramento da BHRN e BHRP

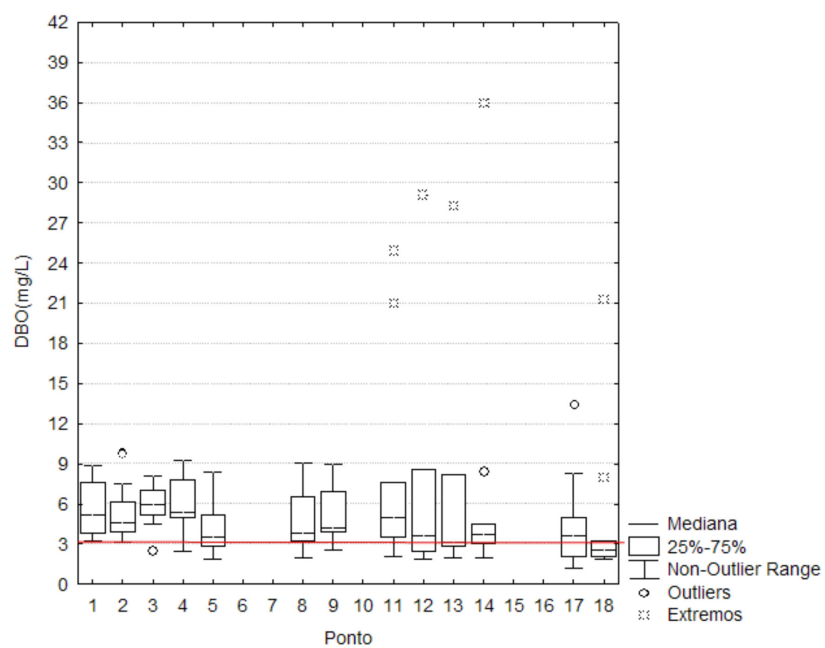


Figura 5. DBO nos pontos de monitoramento da BHRN e BHRP

O valor DQO não tem um valor limite imposto pela resolução CONAMA. Entretanto, este valor é um indicador da presença de substâncias de difícil biodegradação. Encontram-se alguns *outliers* e valores extremos na figura 6. Os dados que acusam altas concentrações de DQO, representados pelos *outliers* e valores extremos, ocorreram nas mesmas

Vazão e qualidade de água

A tabela 5 demonstra os valores obtidos dos parâmetros do modelo SWAT para BHRN e BHRP na calibração. Os desempenhos do modelo na calibração e validação se encontram na tabela 6. Com base em Van Liew et al. (2003) que relataram que valores de *NASH* maiores que 0,5 são

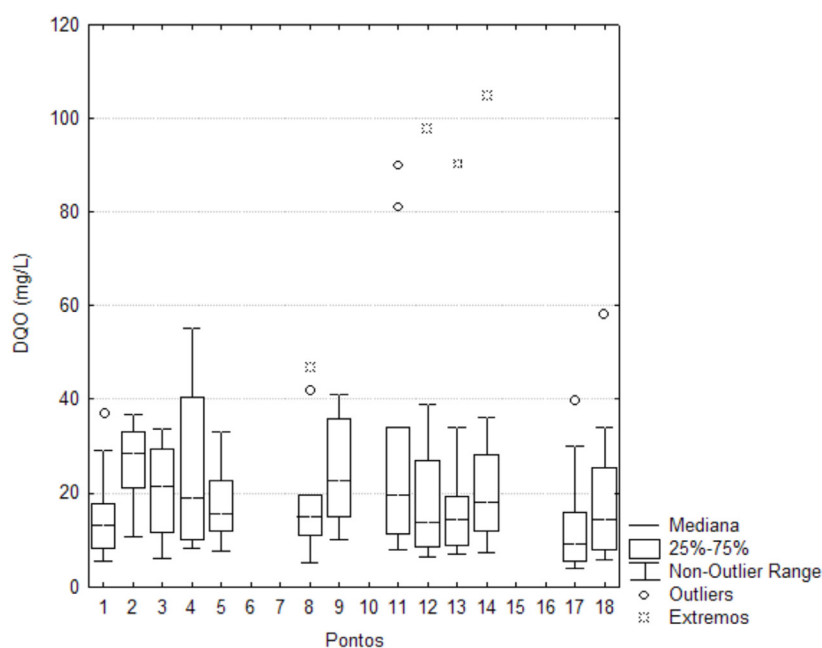


Figura 6. DQO nos pontos de monitoramento da BHRN e BHRP

amostras dos valores extremos apresentados na figura 5. Analisando outros parâmetros monitorados pelo PIA, foram detectadas altas concentrações de óleos e graxas nesses dias, o que pode justificar assim as altas concentrações de DQO.

Em todas as amostras dos dois módulos, os valores de pH e nitrato não variaram significativamente, sendo todos dentro da legislação. O pH em todas as amostras ficou em torno de 7,0 e o nitrato de 1,0 mg/L.

satisfatórios, pode-se dizer que o modelo SWAT possui o desempenho satisfatório para estudar a vazão nas bacias de estudo.

Foi avaliada uma correlação entre os parâmetros da qualidade de água e a vazão simulada pelo SWAT. A tabela 7 apresenta os resultados encontrados do coeficiente de determinação (R^2) para o ponto um do monitoramento. Observa-se uma correlação muito baixa entre os parâmetros de qualidade de água e a vazão. Isto implica uma dificuldade da estimativa dos valores de nitrato, OD, turbidez, DQO e DBO através da vazão.

Tabela 5. Parâmetros calibrados para BHRN e BHRP

Parâmetro		Calibração (BHRN)	Calibração (BHRP)
Alpha_Bf		0,07	1
ESCO		0,01	0,00
CN2	Agricultura	75	74
	Urbano	62	72
	Pinus	65	69
	Mata Nativa	68	62
	Pastagem	74	64
Gwqmn		0,2	0
Revapmn		0	1
Gwq_Revap		0,02	0,02
Sol_AWC		0,15-0,19	0,13-0,23
Sol_K		24,41-302,10	1,3-2,4
Surlag		1	0
GwDelay		20	10

Tabela 6. Desempenho do SWAT para simulação de vazão

Parâmetro	Calibração (Rio Negrinho Montante)	Validação (Rio Negrinho Montante)	Validação (SAMAE)	Calibração (Avençal)
<i>NASH</i>	0,52	0,61	0,48	0,50
<i>R²</i>	0,61	0,61	0,60	*

Nota: *parâmetro não calculado.

Tabela 7. Correlação dos parâmetros de qualidade de água com a vazão no ponto 1

Parâmetro de qualidade água	Coefficiente de determinação (<i>R²</i>)
Nitrato	0,148
OD	0,004
Turbidez	0,137
DQO	0,123
DBO	0,123

Também, nos outros pontos de monitoramento, os valores de *R²* foram bem

baixos. Este resultado de baixa correlação pode ocorrer por causa de um pequeno número de dados de monitoramento, também por causa de outros fatores ambientais e humanos que geram não linearidade dos processos hidrológicos nas bacias. Além disso, o modelo SWAT apesar de calibrado com vazão para a BHRN e para BHRP pode gerar os dados de vazão em diversos pontos com maiores erros, não construindo a realidade espacialmente. Outro fator importante pode ser os fatores naturais que interferem diretamente na concentração dos parâmetros no curso d'água.

Considerações Finais

O monitoramento da qualidade de água dos rios é uma tarefa difícil e onerosa. Além da coleta, é necessário fazer a análise em laboratório e depois o tratamento dos dados. Após obter os resultados das análises de laboratório, pode-se ter uma ideia de em que estado os rios estão atualmente. Porém, muitas vezes não é possível diagnosticá-los somente com parâmetros de qualidade, pois os fatores naturais como temperatura, precipitação, e vazão do rio interferem na qualidade de água dos rios.

Com a análise dos dados de qualidade de água dos principais rios no município de Rio Negrinho, identificou-se que o rio Serrinha e Banhados são os mais prejudicados. A degradação desses rios deve ser provocada principalmente pelo lançamento de esgoto clandestino e retirada da vegetação ripária. Segundo Prefeitura de Rio Negrinho (2012), somente 6% das residências no município estão assistidas pelo sistema de coleta de esgoto. O rio Banhados é um rio intermunicipal. A comunidade que habita seu curso é basicamente a comunidade de Serra Alta, um dos bairros mais carentes do município de São Bento do Sul. O fato de ser intermunicipal ainda mais dificulta a solução de problemas relacionados à qualidade do rio. Em 2012, foi inaugurado um sistema de coleta e tratamento de esgoto no bairro Serra Alta em São Bento do Sul. Um programa de realocação de famílias que ocupam as margens do curso d'água também foi iniciado.

O rio Negrinho não apresenta situação tão crítica, apesar de passar pela principal malha urbana da cidade. Mesmo assim, a coleta de esgoto desta área deve ser mais

bem controlada devida inserção no perímetro urbano. Os pontos de monitoramento nas APAs do rio Preto e do rio Bugres também sofrem influência das vilas presentes próximas. Apesar de estarem menos prejudicados que os rios localizados mais na parte urbana da cidade possivelmente também sofrem com o despejo de esgoto doméstico.

A correlação dos dados de qualidade de água com vazão estimada pelo modelo SWAT foi observada bem baixa em todos os pontos de monitoramento. Essa baixa correlação pode ser pela pouca quantidade de dados de monitoramento de qualidade de água, e também pela qualidade dos dados simulados pelo modelo. Isto indica a necessidade de monitorar a vazão de rios junto com a qualidade da água, pois a vazão do rio é um dos maiores influenciadores da concentração dos parâmetros de qualidade de água.

Outra questão é a frequência de monitoramento. As amostras devem ser feitas em períodos secos e chuvosos, para obter representabilidade nos dados monitorados. Segundo o Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas – PNQA da ANA, o estado de Santa Catarina ainda não possui uma rede estadual de monitoramento de qualidade de água (ANA, 2012). Enquanto, Estados vizinhos como Paraná já possui um monitoramento trimestral e o Rio Grande do Sul com frequência de coletas mensal, trimestral e semestral.

Agradecimentos

Os Autores agradecem a Prefeitura de Rio Negrinho, membros do Consórcio Quiriri, SAMAE de Rio Negrinho e todos os membros do Laboratório de Hidrologia pelo apoio na discussão de resultados.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das águas**. 2012. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/Estrutura/PNQA.aspx>>. Acesso em: 1 jun. 2012.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 18 mar. 2005.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986. Confere o art 7º, inciso IX, do Decreto 88.351, de 1º de junho de 1983, e o que estabelece a Resolução CONAMA nº 003, de 5 de junho de 1984. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 jul. 1986.

EPAGRI/CIRAM. Empresa de Pesquisa Agropecuária E Extensão Rural de Santa Catarina/ Centro de Informações em Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia. **Zoneamento agroecológico e socioeconômico**. 2006. Disponível em: <<http://ciram.epagri.rct-sc.br:8080/cms/zoneamento/zae.jsp>>. Acesso em: 21 jul. 2006.

EXAME. **Desenvolvimento**. São Paulo. Ed. 1001, 5 out. 2011.

KOBIYAMA, M.; CHAFFE, P.L.B.; ROCHA, H.L.; CORSEUIL, C.W.; MALUTTA, S.; GIGLIO, J.N.; MOTA, A.A.; SANTOS, I.; RIBAS JUNIOR, U.; LANGA, R. Implementation of school catchments network for water resources management of the Upper Negro River region, southern Brazil. In: **From Headwaters to the Ocean: Hydrological Changes and Watershed Management**. London: Taylor & Francis Group, 2009. p.151-157.

NEITSCH, S.L.; ARNOLD, J.G.; KINIRY, J.R.; WILLIAMS, J.R. **Soil and water assessment tool** - Theoretical documentation version 2005. Temple, Blackland Research Center, Texas Agricultural Experiment Station, 2005. 541p.

PACHECO, L.F.; PACHECO, D.J.P. **Boletim Técnico do Consórcio Ambiental Quiriri**. 2010. Disponível em: <http://www.rionegrinho.sc.gov.br/arquivos/829977283Boletim_Tecnico_Pia_2010.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2012.

PREFEITURA DE RIO NEGRINHO. **A Cidade/Características**. 2012. Disponível em: <<http://www.rionegrinho.sc.gov.br/?pagina=caracteristicas>>. Acesso em: 10 maio 2012.

SANTA CATARINA. Portaria Estadual nº 0024/79. Enquadra os cursos de água do Estado de Santa Catarina, na classificação estabelecida pela Portaria GM nº 0013, de 15 jan. 1976, do Ministério do Interior, **Ministério Público [do] Estado de Santa Catarina**, Santa Catarina, SC, set. 1979. p.31

SANTA CATARINA. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. Subchefia de Estatística, Geografia e Informática. **Atlas de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986.

VAN LIEW, M.W.; ARNOLD, J.G.; GARBRECHT, J. D. Hydrologic simulation on agricultural watersheds: Choosing between two models. **Transactions of the ASAE**, v.46, n.6, p.1539-1551, 2003.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

WARD, R.C. Management and monitoring of water quality. In: SOARES, P.F. **Projeto e avaliação de desempenho de redes de monitoramento de qualidade da água utilizando o conceito de entropia**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2001. 212p.